

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-42496

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 K 1/16
41/03

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 K 1/16
41/03

技術表示箇所

C
A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-190929

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 7 月19日

(71) 出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72) 発明者 西山 統邦

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

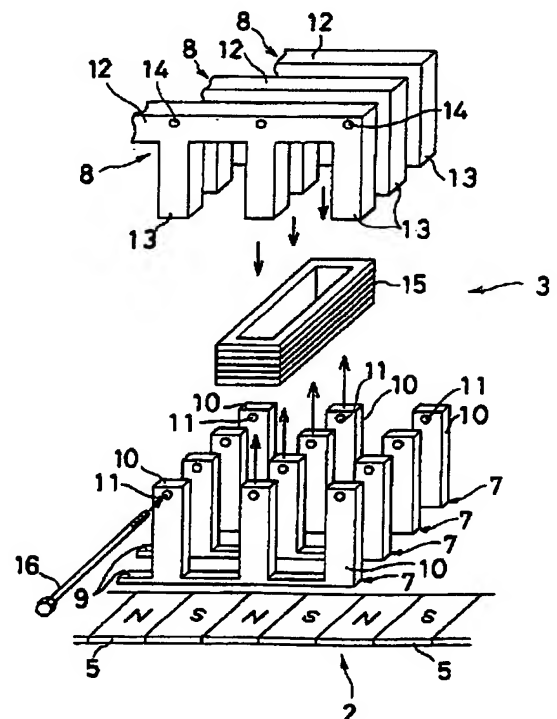
(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で歯部への磁束の集中を適切に緩和できるようにしてコギング力の影響を低減させ、これにより一次側をスムーズに移動させる。

【解決手段】 二次側 2 と、二次側 2 に対向して設けられる一次側 3 とからリニアモータ 1 を構成した。一次側 3 は、コアと、このコアに装着されるコイル 15 とから構成した。コアは、複数の第 1 単位コア 7 及び第 2 単位コア 8 を幅方向に重ね合わせて一体化する構成とした。第 1 単位コア 7 は薄板部 9 に一定間隔で歯部 10 を設けた櫛型の形状とし、第 2 単位コア 8 は、支持部 12 の下部に一定間隔で歯部 13 を設けた櫛型の形状とした。そして、各歯部 10、13 が幅方向に重なるように第 1 単位コア 7 及び第 2 単位コア 8 を交互に重ね合わせるとともに、幅方向に重ね合わされる歯部 10、13 に対してコイル 15 を装着し、ボルト 16、ナット 17 で第 1 単位コア 7 及び第 2 単位コア 8 を結合一体化した。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 極性が交互に異なる複数の永久磁石を移動方向に敷設した二次側と、前記二次側にエアギャップを介して対向して設けられる一次側とで構成されるリニアモータにおいて、前記一次側は、コアと、このコアに装着されるコイルとからなり、前記コアは、前記移動方向と平面上で直交する方向である幅方向に並べて設けられる複数の第 1 単位コアと、各第 1 単位コアの間に介装される第 2 単位コアと、これらの各単位コアを結合する結合手段とから構成され、前記第 1 単位コアは、二次側

10 に対向して移動方向に延びる薄板部を有し、この薄板部に前記二次側とは反対側に突出する複数の歯部を移動方向に一定間隔で備えた櫛型に形成され、前記結合手段は、各第 1 単位コアの歯部が第 2 単位コアを挟んで幅方向に互いに対応する状態で第 1 及び第 2 単位コアを結合一体化するように構成され、前記コイルは、各第 1 及び第 2 単位コアが結合一体化された状態で、幅方向に対応する各第 1 コアの歯部にわたって装着されてなることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 2】 上記第 2 単位コアは、移動方向に延びる支持部を有し、この支持部に上記二次側に向かって突出する複数の歯部を移動方向に所定間隔で備えた櫛型に形成され、上記結合手段は、各単位コアの歯部が幅方向に互いに重なるように第 1 及び第 2 単位コアを結合一体化するように構成され、上記コイルは、各第 1 及び第 2 単位コアが結合一体化された状態で、幅方向に重なり合う各第 1 及び第 2 コアの各歯部にわたって装着されてなることを特徴とする請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 3】 上記コイルは、電線をボビンに巻回したものであって、ボビンを介して上記単位コアの歯部に装着されるものであることを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交座標型ロボット等の直線移動機構に用いられるリニアモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、極性が交互に異なるように複数の永久磁石を直線状に敷設することにより固定子としての二次側を構成し、この二次側にエアギャップを介して可動子としての一次側を対向して設けたリニアモータは一般に知られている。

【0003】このようなリニアモータにおいて、一次側は、例えば特開平 6-38500 号公報に開示されるように多数の歯部を備えた櫛歯型のコアに複数のコイルが装着された構成となっており、各コイルに対して所定の順序で通電が行われることにより二次側に対して一次側が所定方向に移動するようになっている。

【0004】

2

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のリニアモータでは、コアが上記のような櫛型となっていて、二次側に対向する側で各歯部がスリットを介して分離しているために各歯部に磁束が集中し易く、歯部で磁束密度が最も高く、その前後では磁束密度が著しく低くなっている。そのため、一次側の移動に際して、推力は高められるが、その反面コア（歯部）と磁石との間の吸引によるいわゆるコギング力が大きく影響し、一次側のスムーズな移動を阻害するという問題がある。

10 【0005】そのため、例えば特開平 6-54468 号公報に開示されるような電動機のスレータ構造をリニアモータに適用し、つまり、隣合う歯部の先端を互いに橋結部で連結して歯部への磁束の集中を適度に緩和し、これによって一次側の移動に際してのコギング力の影響を低減することが考えられる。

【0006】しかしながら、磁束の変化は橋結部の厚みや幅等の形状に微妙に影響され、例えば、幅が広すぎると磁束が分散されすぎて一次側の推力を低下させ、逆に、幅が狭いと歯部への磁束の集中が十分に緩和されない等、橋結部の形状の特定が難しい。また、設計上有効な形状が特定できたとしても、加工誤差等により十分に橋結部の機能が発揮されない場合もある。

【0007】本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、簡単な構成で歯部への磁束の集中を適切に緩和できるようにしてコギング力の影響を低減させ、これにより一次側をスムーズに移動させることができるリニアモータを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のリニアモータは、極性が交互に異なる複数の永久磁石を移動方向に敷設した二次側と、前記二次側にエアギャップを介して対向して設けられる一次側とで構成されるリニアモータにおいて、前記一次側は、コアと、このコアに装着されるコイルとからなり、前記コアは、上記移動方向と平面上で直交する方向である幅方向に並べて設けられる複数の第 1 単位コアと、各第 1 単位コアの間に介装される第 2 単位コアと、これらの各単位コアを結合する結合手段とから構成され、前記第 1 単位コアは、二次側に対向して移動方向に延びる薄板部を有し、この薄板部に前記二次側とは反対側に突出する複数の歯部を移動方向に一定間隔で備えた櫛型に形成され、前記結合手段は、各第 1 単位コアの歯部が第 2 コアを挟んで幅方向に互いに対応する状態で第 1 及び第 2 単位コアを結合一体化するように構成され、上記コイルは、各第 1 及び第 2 単位コアが結合一体化された状態で、幅方向に対応する各第 1 コアの歯部にわたって巻回されてなるものである（請求項 1）。

【0009】このリニアモータの構成によれば、コアに二次側に対向する薄板部が設けられこれに歯部が突設されている、換言すれば、コアの各歯部の二次側への対向

3

部分が薄板部によって連結されているため、歯部への磁束の集中が緩和され、歯部を中心としたその前後での磁束変化が緩やかになる。また、第2単位コアの幅方向寸法を変更して各第1単位コアの間隔を変化させることにより、薄板部の厚み等の形状を一定としたまま歯部近傍での磁束分布を変化させることが可能となる。

【0010】また、このリニアモータにおいて、第2単位コアは、移動方向に延びる支持部を有し、この支持部に前記二次側に向かって突出する複数の歯部を移動方向に所定間隔で備えた櫛型に形成され、上記結合手段は、各単位コアの歯部が幅方向に互いに重なるように第1及び第2単位コアを結合一体化するように構成され、上記コイルは、各第1及び第2単位コアが結合一体化された状態で、幅方向に重なり合う各第1及び第2コアの各歯部にわたって装着されていることが（請求項2）好ましい。

【0011】このようにすると、第1及び第2単位コアの各歯部をつなぐことにより永久磁石からの磁束がコイルを通過し易くなり、大きな推力が要求される場合等に有利となる。

【0012】さらに、コイルは、電線をボビンに巻回したものであって、ボビンを介して単位コアの歯部に装着されるようにしておけばよい（請求項3）。

【0013】このようにすれば、ボビンを介して歯部に装着するだけでコイルをコアに装着することができるため一次側の組立て性が向上する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。

【0015】図1及び図2は本発明に係るリニアモータの一例を示している。同図に示すようにリニアモータ1は、固定子としての二次側2と、この二次側2の上方にエアギャップを介して設けられる可動子としての一次側3とから構成されている。

【0016】上記二次側2は、極性が交互に異なる複数の永久磁石5が基台4上に左右方向（移動方向）に並設されることにより構成されている。

【0017】一方、上記一次側3は、珪素鋼材からなるコアと、このコアに装着されるコイル15とから構成されている。

【0018】コイル15は、図示を省略しているが、角筒状のボビンに予め電線が巻きつけられることによって構成されている。

【0019】コアは、図2及び図3に示すように複数の第1単位コア7及び第2単位コア8が幅方向（平面上で移動方向に直交する方向）に重ね合わされて結合一体化された構成となっており、図示の例では、4つの第1単位コア7の間に3つの第2単位コア8が介装されて一体化されている。

【0020】第1単位コア7は、左右方向に延びる薄板

(3)

4

部9の上部に一定間隔で柱状の歯部10を設けた櫛型の形状となっており、各歯部10の上端部には幅方向に貫通する貫通孔11がそれぞれ形成されている。一方、第2単位コア8は、左右方向に延びる支持部12の下部に一定間隔で柱状の歯部13を設けた櫛型の形状となっており、支持部12には、各歯部13に対応する部分に幅方向に貫通する貫通孔14が形成されている。

【0021】各単位コア7、8において、第1単位コア7及び第2単位コア8の各歯部10、13はそれぞれ左右方向に同一間隔で設けられており、また、第1単位コア7及び第2単位コア8の貫通孔11、14はそれぞれ左右方向に同一間隔で設けられている。

【0022】そして、図1～図3に示すように、歯部10及び歯部13が幅方向に互いに重なるように第1単位コア7及び第2単位コア8が交互に重ね合わされるとともに、幅方向に重ね合わされる歯部10及び歯部13に対してコイル15が装着され、第1単位コア7及び第2単位コア8がボルト16及びナット17により結合一体化されることによって一次側3が構成されている。

【0023】一次側3の組立ては、例えば、図2に示すように、歯部10が幅方向に対応するように各第1単位コア7を適度な間隔で配置し、幅方向に対応する各歯部10にコイル15を挿通する。そして、これらの各歯部10の上方から各歯部10の間に歯部13を嵌め込みながら各第1単位コア7の間に第2単位コア8を介在させ、その後、幅方向に対応する貫通孔11、14にわたってボルト16を挿通して反対側からナット17で締結することにより各単位コア7、8を結合一体化する。これにより一次側3が組立てられる。そして、この状態では、コイル15が第1単位コア7及び第2単位コア8の各歯部10、13に挿通されるとともに、薄板部9及び支持部12によって上下方向に挟まれ、コイル15がコアから離脱することがないようになっている。

【0024】以上のように構成されたりニアモータ1によれば、上記各コイル15に所定の順番で通電が行われると、磁極と電極の相互作用により一次側3に推力が生じて一次側3が移動する。

【0025】そして、このような一次側3の移動に際し、リニアモータ1では上述のように各歯部10の二次側2への対向部分が薄板部9によって連結された構造となっているために各歯部10、13への磁束の集中が適度に緩和され、その結果、歯部10を中心としたその左右近傍での磁束の変化が緩やかになっている。

【0026】そのため、歯部に磁束が集中している従来のこの種のリニアモータと比較するとコギング力による一次側3の移動への影響が少なく、一次側3をスムーズに移動させることができる。

【0027】しかも、上記リニアモータ1では、第1単位コア7と第2単位コア8とが重ね合わされることによりコアが構成されるようになっているため、歯部10、

(4)

5

13近傍での磁束分布を比較的簡単に調整することができるという利点がある。

【0028】すなわち、歯部10、13近傍での磁束分布は、薄板部9の面積と各薄板部9間の面積との割合によって変化し、薄板部9の面積が一定である上記コアでは、各薄板部9の間隔を変化させることにより歯部10、13近傍での磁束分布を変化させることができる。そのため、例えば、幅方向寸法の異なる複数種類の第2単位コア8を予め準備しておいてこれらを選択的に第1単位コア7に重ね合わせたり、あるいは第1単位コア7と第2単位コア8との間に調整用のシム等を挟む等することにより歯部10、13近傍での磁束分布を適宜変化させ、これによりコギング力による影響が最も少なくなるように歯部10、13近傍での磁束分布を調整することができる。また、第1単位コア7の幅寸法を変えることによって磁束分布を調整することもできる。

【0029】なお、上記のように磁束分布を変化させる他の方法として、例えば、歯部及び薄板部が幅方向に連続した構造において、薄板部の厚みを変化させる構造も考えられるが、この場合には、推力確保のため薄板部をかなり薄くし、かつ薄板部の厚みを微妙に調整しなければならず、適切な磁束分布を得るには薄板部を極めて精密に形成する必要があり製造が著しく難しくなる。しかし、上記リニアモータ1によれば、薄板部9に適当な厚さをもたせつつ、上記単位コア7、8の幅を変えたり、シム等を挟み込むことにより微妙な磁束分布の調整が可能であるため、薄板部9を精密に形成しなくても、磁束分布を簡単に、かつ精密に調整することが可能であるという利点がある。

【0030】さらに、リニアモータ1の一次側3では、コイル15が薄板部9及び支持部12の間に挟まれる構造であるため、コイルとして上述のように予めボビンに電線を巻回したコイル15を用いても、コイル15がコアから脱落することがない。従って、上記のようにボビンに電線を巻回したコイル15を用いることができることにより一次側3の組立てが容易になる。また、従来のコア形状として、櫛歯状コアにコイルを装着して歯部先端に鉄等を接着剤で接着して磁界を形成するとともにコイルを固定するようにしたものがあるが、このようにすると、接着剤がエアギャップの寸法誤差の要因となる。しかし、当実施形態によれば、接着剤を使用しないため、エアギャップの寸法精度向上にも有利となる。

【0031】なお、上記実施形態のリニアモータ1は、本発明のリニアモータの一例であって、その具体的な構成は本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0032】例えば、上記コアを構成する各第2単位コア8には歯部13が設けられ、この歯部13が第1単位コア7の歯部10と重ね合わされるようになっているが、必ずしも第2単位コア8に歯部13を設ける必要は

6

なく、支持部12のみからなる第2単位コアを用いるようにしてもよい。但し、一次側3の推力との関係で永久磁石5の磁束がコイル15を通過し易くする必要がある場合等には、上記のように歯部13を備えた第2単位コア8を用いる方が有利である。

【0033】また、第1単位コア7や第2単位コア8の具体的な形状等も図1乃至3に限定されるものではなく適宜設定するようにすればよい。

【0034】ところで、上記リニアモータ1では、コアに上記薄板部9を設けることにより各歯部10、13への磁束の集中を緩和し、これにより一次側3のスムーズな移動を確保するようにしているが、これ以外に、例えば以下のような構成を採用することによっても一次側をスムーズに移動させることが可能となる。すなわち、一般にリニアモータは、一次側の左右両端の歯部とそれ以外の歯部での磁束密度に差が生じる傾向にあり、このような磁束密度の差に起因したコギング力の不均一により一次側の移動が阻害される場合がある。

【0035】そこで、このような磁束密度差を緩和する構成として図4に示すような構成が考えられる。以下、この例について簡単に説明する。

【0036】同図に示すリニアモータ21も、二次側22と、二次側22の上方にエアギャップを介して設けられる一次側23とから構成されており、二次側22は、極性が交互に異なる複数の永久磁石25が図外の基台上に並設されることにより構成されている。

【0037】一次側23は、珪素鋼材からなるコアと、このコアに装着されるコイル29とから構成されている。コアは、同図に示すように、永久磁石25の配列方向に延びる支持部26の下部に一定間隔で柱状の歯部27を設けた櫛型の形状となっており、これらの歯部27にそれぞれコイル29が巻回されている。そして、このコアの特徴点として、支持部26の両端部にはコイル29を装着しない補助歯28が歯部27に並べて設けられている。

【0038】このような構成のリニアモータ21によれば、左右両端の歯部27とそれ以外の歯部27での磁束密度差が少なく、そのため一次側23の移動がスムーズに行われる。

【0039】但し、このような効果も、歯部27、補助歯28及び永久磁石25の各寸法等が一定の条件を満たす場合に効果がある。具体的には、図4に示すようにコアの左右両端の歯部27の中心から補助歯28の外側の端部までの距離をD2（コア外位置）、コアの左右両端の歯部27の中心から補助歯28の内側の端部までの距離をD1（コア内位置）、永久磁石25の左右方向の寸法をLとし、Lに対するD1、D2の値を種々変えた場合につき、コギング指標（コギング力による一次側23への影響を示すもので数値が低いほど影響が低い）を調べると、図5のグラフに示すようになった。このグラフ

(5)

7

から、

$$D1 < 1/2 \times L$$

$$D2 = 0.8 \times n \quad (n = \text{整数})$$

の条件を満たすように歯部27、補助歯28及び永久磁石25の各寸法等を設定すれば、コギング力による影響を効果的に低減できることが考察できる。

【0040】なお、このリニアモータ21の一次側23は、コアが櫛型に形成されているが、例えば、上記リニアモータ1のように薄板部9を有するコアに対して補助歯を設けるようにすれば、一次側の移動をよりスムーズに行わせることが可能となる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のリニアモータは、コアと、このコアに装着されるコイルとから一次側を構成し、コアを、幅方向に並べて設けられる複数の第1単位コアと、各第1単位コアの間に介装される第2単位コアと、これらの各単位コアを結合する結合手段とから構成し、第1単位コアに二次側に対向して移動方向に延びる薄板部を設け、この薄板部に二次側とは反対側に突出する複数の歯部を移動方向に一定間隔で形成し、第1単位コアの歯部が第2単位コアを挟んで幅方向に互いに対応する状態で第1及び第2単位コアを結合一体化するように結合手段を構成し、各第1及び第2単位コアを結合一体化した状態で、幅方向に対応する各第1コアの歯部にわたってコイルを巻回するようにしたので、歯部への磁束集中を適度に緩和することができる。そのため、歯部に磁束が集中している従来のこの種のリニアモータと比較するとコギング力による一次側の移動への影響が少なく、一次側をスムーズに移動させることができる。

【0042】しかも、第2単位コアの幅方向寸法を変更することにより歯部及びその近傍での磁束分布を調整することができるので、推力を確保しつつコギング力による影響を少なくするように歯部近傍での磁束分布を比較的簡単に調整することができる。

【0043】また、上記のような構成において、移動方向に延びる支持部に二次側に向かって突出する複数の歯

8

部を移動方向に所定間隔で設けた櫛型の第2単位コアを形成し、各単位コアの歯部が幅方向に互いに重なるように第1及び第2単位コアを結合一体化するように結合手段を構成し、各第1及び第2単位コアが結合一体化された状態で、各第1及び第2コアの各歯部にコイルを装着するようにすれば、第1及び第2単位コアの各歯部をつなぐことにより永久磁石からの磁束がコイルを通過し易くなり、そのため、推力との関係で歯部での磁束を強める必要がある場合に有利となる。

【0044】さらに、ポピンに電線を巻回することによりコイルを構成し、ポピンを介してコイルを上記単位コアの歯部に装着するによれば、一次側の組立て性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るリニアモータを示す側面図である。

【図2】リニアモータの構成を示す分解斜視図である。

【図3】リニアモータの構成を示す断面図である。

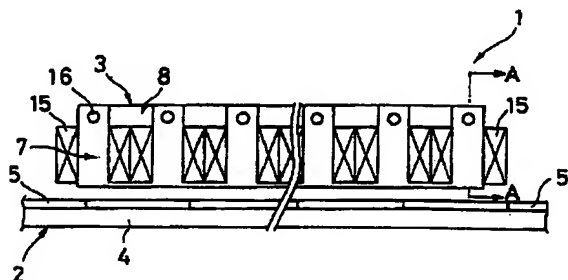
【図4】リニアモータの他の構成を示す側面図である。

【図5】補助歯の形状とコギングによる影響との関係を示す指標図である。

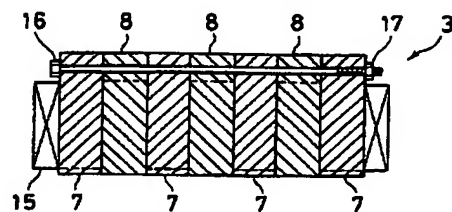
【符号の説明】

- 1 リニアモータ
- 2 二次側
- 3 一次側
- 4 基台
- 5 永久磁石
- 7 第1単位コア
- 8 第2単位コア
- 9 薄板部
- 10, 13 歯部
- 12 支持部
- 14 貫通孔
- 15 コイル
- 16 ボルト
- 17 ナット

【図1】

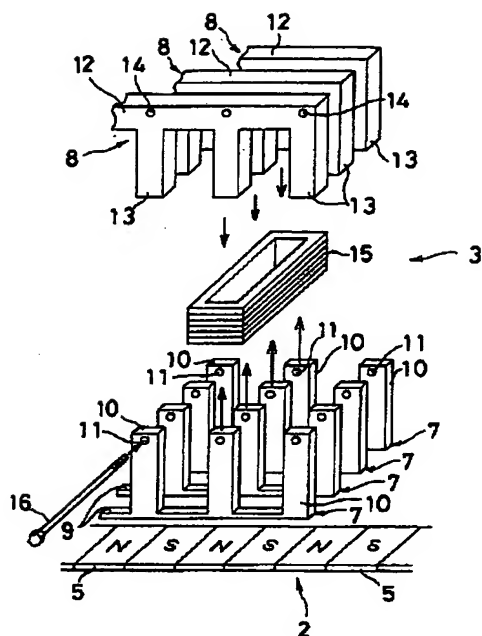


【図3】

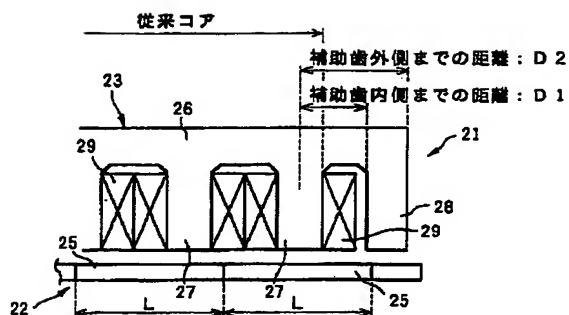


(6)

【図2】



【図4】



【図5】

